

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①1 **DE 3906484 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
**B41 J 2/335**

②1 Aktenzeichen: P 39 06 484.0  
②2 Anmeldetag: 1. 3. 89  
④3 Offenlegungstag: 20. 9. 90

Cite No. 1

DE 3906484 A1

⑦1 Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:  
Stein, Karl-Ulrich, Dr., 8025 Unterhaching, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

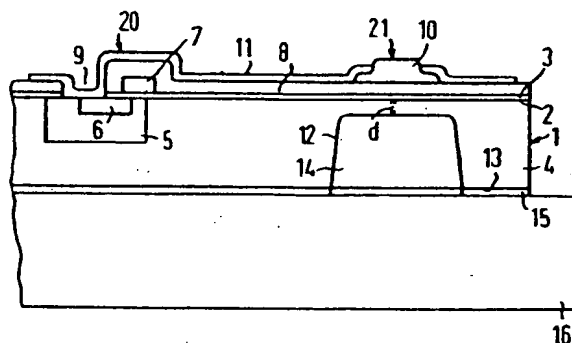
DE 32 41 227 C1  
DE 34 39 632 A1  
DE 24 06 808 A1  
JP 61-2 79 585 A  
JP 61-2 27 068 A  
JP 60-1 62 666 A

JP 59 73973 A. In: Patents Abstracts of Japan, M-319,  
August 22, 1984, Vol.8, No.182;

⑤4 **Thermodruckerkopf**

Der Thermodruckerkopf ist auf einem Substrat (1) aus monokristallinem Silizium aufgebaut, in dem Leistungstransistoren integriert sind. Jedem der Leistungstransistoren ist ein Heizelement (21) in Reihe geschaltet, das auf dem Substrat (1) angeordnet ist. Das Substrat (1) hat auf der Rückseite unter den Heizelementen (21) Vertiefungen (12), die den vertikalen Abfluß der für den Thermodruck erforderlichen Wärme verringern.

FIG 1



DE 3906484 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Thermodruckerkopf mit mehreren auf einem einzigen Substrat angeordneten Heizelementen, die von auf dem gleichen Substrat angeordneten Leistungstransistoren angesteuert werden.

Ein solcher Thermodruckerkopf ist zum Beispiel im Tagungsband der IEEE International Solid-State Circuits Conference vom 19. Februar 1988, Seiten 266, 267, 400, 401 beschrieben worden. Die Heizelemente, die den Stromfluß durch das Heizelement steuernden Transistoren und die Leitungen sind auf einem Quarzsubstrat angeordnet. Quarz hat eine relativ geringe thermische Leitfähigkeit, so daß die vom Heizelement erzeugte Wärme nur zum geringen Teil durch das Substrat abfließt. Ein großer Teil der erzeugten Wärme steht damit für den Thermodruck zur Verfügung. Die zur Steuerung der Heizelemente verwendeten Transistoren sind auf polykristallinem Silizium aufgebaute Dünnschichttransistoren.

Der Aufbau auf einem Quarzsubstrat und die Herstellung der Dünnschichttransistoren erfordern eine spezielle, bis jetzt noch nicht ohne weiteres beherrschbare Prozeßtechnik.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Thermodruckerkopf der erwähnten Gattung derart weiterzubilden, daß er mit einer Prozeßtechnik hergestellt werden kann, die für Leistungs-MOSFET entwickelt wurde und sich dort bewährt hat.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Substrat 1 monokristallines Silizium ist und daß das Substrat auf der Rückseite unter jedem der Heizelemente eine den vertikalen Wärmeabfluß vermindernde Vertiefung 12 hat.

Besonders geeignet als Transistoren sind vertikale MOSFET, die auf dem Substrat mit komplementären lateralen MOS-Transistoren zu einem Leistungs-IC zusammengefaßt werden können.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen mit Vertikal-MOSFET in Verbindung mit den Fig. 1 bis 5 näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 den Schnitt durch einen Thermodruckerkopf

Fig. 2 und 3 zwei Ausführungsformen der unter dem Heizelement vorgesehenen Vertiefungen

Fig. 4 ein schematisches Layout eines Thermodruckerkopfes und

Fig. 5 eine Schnittdarstellung entlang der Linie V-V gemäß Fig. 4.

Der Thermodruckerkopf nach Fig. 1 ist auf einem Substrat 1 aufgebaut, das aus monokristallinem Silizium besteht. Im Substrat ist eine Gatezone 5 planar eingebettet. In der Gatezone 5 ist eine Sourcezone 6 ebenfalls planar eingebettet. Die Zonen 5, 6 können in bekannter Weise z. B. durch Ionenimplantation mit anschließender Eindiffusion erzeugt werden. Der unverändert gebliebene Teil des Substrats 1 bildet die Drainzone 4 für einen Vertikal-MOSFET 20. Die obere Oberfläche 2 des Substrats 1 ist mit einer dünnen Schicht Siliziumdioxid bedeckt, die das Gateoxid 3 bildet. Die Leitungstypen von der Sourcezone zur Drainzone können z. B. *npn* sein.

Ein Teil der an die Oberfläche 2 des Substrats tretenden Gatezone 5 ist mit einer Gateelektrode 7 bedeckt, die durch das Gateoxid 3 gegen die Oberfläche 2 elektrisch isoliert ist. Die Gateelektrode besteht üblicherweise aus dotiertem polykristallinem Silizium.

Das Gateoxid 3 und die Gateelektrode 7 ist mit einer Siliziumdioxidschicht 8 bedeckt. Beim MOSFET 20 ist

das Feldoxid mit einer Öffnung 9 versehen, durch die ein Teil der Gatezone 5 und ein Teil der Sourcezone 6 an die Oberfläche tritt. In der Nähe des rechten Randes des Substrats 1 wird auf die Oxidschicht 8 eine dotierte Polysiliziumschicht 10 aufgebracht. Diese Schicht kann entweder ganz auf dem Feldoxid liegen oder durch eine in der Oxidschicht 8 angebrachte Öffnung bis zur Oberfläche des Gateoxids 3 reichen. Die Schicht 10 bildet das Heizelement 21.

Auf der Oxidschicht 8 ist eine Metallschicht 11 aufgebracht, die den Sourceanschluß bildet. Die Metallschicht 11 kontaktiert einerseits die Sourcezone 6 und die Gatezone 5 in der Öffnung 9 und andererseits die Polysiliziumschicht 10.

Da monokristallines Silizium eine relativ hohe thermische Leitfähigkeit hat, ist das Substrat 1 unter dem Heizelement 21 mit einer Vertiefung 12 versehen, die den vertikalen Wärmeabfluß in das Substrat verringert. Diese Vertiefung wird z. B. durch Ätzen hergestellt, wie es aus der Technik der Halbleiter-Drucksensoren bekannt ist. Der Abstand *d* zwischen dem Boden der Vertiefung und der oberen Oberfläche 2 des Substrats kann zwischen einigen 10 und einigen 100 µm liegen.

Die Vertiefung 12 kann, wie in Fig. 2 dargestellt, allen Heizelementen 21 gemeinsam sein und einen Graben bilden. Zur Erhöhung der mechanischen Stabilität empfiehlt es sich jedoch, die Vertiefungen 12 derart auszuführen, daß zwischen ihnen ein Steg 18 stehenbleibt (Fig. 3).

Zur Verbesserung der mechanischen Stabilität können die Vertiefungen oder der Graben mit einem Material 14 gefüllt werden, das eine geringere thermische Leitfähigkeit als das monokristalline Silizium hat. Dieses Material kann z. B. ein als Fritte eingebrachtes Weichglas, ein Glaslot oder Kapton sein. Unter Umständen kann es auch ausreichen, auf dem Boden der Vertiefung eine Schicht SiO<sub>2</sub> abzuscheiden. Diese Schicht wird zweckmäßigerweise durch den gleichen Prozeß abgeschieden, durch den die Schicht 8 erzeugt wird. Die Rückseite des Substrats 1 ist mit einer Drainelektrode 15 versehen, die ihrerseits mit einem metallenen Träger 16 verklebt oder verlötet werden kann.

Wird an den MOSFET 20 über die Metallschicht 11 und über einen Anschluß 23 (Fig. 4) sowie über eine Drainelektrode 15 eine Drain-Source-Spannung und an die Gateelektrode 7 Gatespannung angelegt, so fließt ein Strom von 23 über das Heizelement 21, durch den MOSFET 20 zum Träger 16. Das Heizelement 21 wird damit aufgeheizt.

Ein Thermodruckerkopf weist im allgemeinen senkrecht zur Papiervorschubrichtung gesehen nebeneinander eine Anzahl von Heizelementen auf, die der Anzahl der zu druckenden Punkte (Dots) entspricht. Aufgrund der Eigenheiten des Thermodrucks ist die zum Aufheizen eines Heizelementes benötigte Zeit im allgemeinen sehr viel kürzer als diejenige Zeit, die die Wärme auf das zu bedruckende Medium einwirken muß (Transferzeit). Es ist daher möglich, die aus Heizelementen 21 bestehende Zeile in mehrere Gruppen *A, B...N* (Fig. 4) mit jeweils einer Anzahl von Heizelementen aufzuteilen, die im Zeitmultiplex angesteuert werden. Der Thermodruckerkopf ist hierzu mit Spaltenleitungen *a, b...n* versehen, deren Anzahl sich nach der Anzahl der Heizelemente 21 in einer der Gruppen richtet. Innerhalb einer der Gruppen *A, B...N* sind die Leitungen 25 der Heizelemente 21 zusammengefaßt und mit den Anschlüssen 23A, 23B...23N verbunden. Die Zeilenleitungen *a, b...n* sind ihrerseits mit je einer Gateleitung 22 einer der MOS-

FET 20 verbunden. Durch serielles Ansteuern der Anschlüsse 23A, 23B...23N und Auswahl der Spaltenleitungen  $a, b...n$  werden die entsprechenden Heizelemente 21 einer Dot-Zeile angesteuert. Nach Vorschub um eine Teilung kann dann die nächste Dot-Zeile wiederum im Zeitmultiplex gedruckt werden.

Die sich nach Fig. 4 ergebenden Kreuzungen zwischen Gateleitungen 22 mit den Spaltenleitungen  $a, b...n$  einerseits und die sich ergebenden Kreuzungen zwischen den Spalteleitungen mit den Sourceleitungen andererseits können durch eine Schichtenfolge Aluminium-SiO<sub>2</sub>-Polysilizium hergestellt werden. Dies ist in Fig. 5 dargestellt. Hierbei ist mit 8 wiederum die Oxidschicht, mit 3 das Gateoxid und mit 22 die polykristalline Gateleitung bezeichnet. Die Gateleitung 22 kontaktiert hier die Spaltenleitung  $b$ , gegen die Spaltenleitung  $a$  ist sie durch die Oxidschicht 8 elektrisch isoliert. Auf gleiche Weise können die in Fig. 4 dargestellten Kreuzungen zwischen den Spaltenleitungen und den zu den Anschlüssen 23A, 23B...23N gehörenden Leitungen 25A, 25B...23N durch Polysiliziumbrücken 24 hergestellt werden.

Der Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß der Thermodruckerkopf durch bekannte, bei der Herstellung von Leistungs-Vertikal-MOSFET benutzte Prozeßschritte hergestellt werden kann. Eine Sondertechnologie ist nicht notwendig. Auf eine detaillierte Erläuterung der Herstellung konnte daher verzichtet werden.

Die Heizelemente können mit geringem technischen Mehraufwand anstatt aus polykristallinem Silizium auch aus einem wärme- und abriebfesten Metall, z. B. aus Molybdän hergestellt werden.

Anstelle der beschriebenen Vertikal-MOSFET können auch vertikale bipolare Leistungstransistoren verwendet werden. Die Herstellung solcher Transistoren ist ebenfalls bekannt.

Die erwähnten Leistungstransistoren werden jeweils zweckmäßigerweise mit auf dem Substrat integrierten komplementären lateralen Transistoren zu einem Leistungs-IC zusammengefaßt. Jedes Leistungs-IC steuert dann ein Heizelement. Solche Leistungs-IC sind an sich ebenfalls bekannt und werden in der Praxis bereits eingesetzt.

#### Patentansprüche

1. Thermodruckerkopf mit mehreren auf einem einzigen Substrat angeordneten Heizelementen, die von auf dem gleichen Substrat angeordneten Leistungstransistoren angesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Substrat (1) monokristallines Silizium ist und daß das Substrat auf der Rückseite unter jedem der Heizelemente (21) eine den vertikalen Wärmeabfluß vermindernde Vertiefung (12) hat.
2. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Transistoren in das Substrat integrierte vertikale MOSFET (20) sind.
3. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Transistoren in das Substrat integrierte Bipolartransistoren sind.
4. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Heizelement (21) mit dem Sourceanschluß eines MOSFET (20) verbunden ist und daß die Drainzonen aller MOSFET durch eine allen MOSFET gemeinsame Zone (4) des Substrats (1) gebildet sind.
5. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (12) auf der Rückseite des Substrats (1) zusammen mindestens einen einzigen Graben bilden.

6. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (12) mit einem Material (14) gefüllt sind, das eine geringere thermische Leitfähigkeit als monokristallines Silizium hat.

7. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gateelektroden (7) der MOSFET, die Heizelemente (21) und die Gateleitungen (22) der MOSFET aus dotiertem, polykristallinem Silizium bestehen.

8. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sourcezonen (6) und die Heizelemente durch eine aus Aluminium bestehende Metallschicht (11) elektrisch miteinander verbunden sind.

9. Thermodruckerkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Substrat (1) mit den Gateleitungen (22) verbundene, aus Aluminium bestehende Spaltenleitungen ( $a, b...n$ ) angeordnet sind.

10. Thermodrucker nach mindestens einem der Ansprüche 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus Aluminium und polykristallinem Silizium bestehend Leitungen an Kreuzungen zwischen beiden durch Siliziumdioxid SiO<sub>2</sub> gegeneinander isoliert sind.

11. Thermodrucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Transistoren Teil einer auf dem Substrat (1) integrierten Schaltung sind.

12. Thermodrucker nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die integrierte Schaltung die Heizelemente (10) nach vorgegebenen externen Signalen auswählt und die Dauer des durch die Heizelemente fließenden Stromes einstellt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG 1

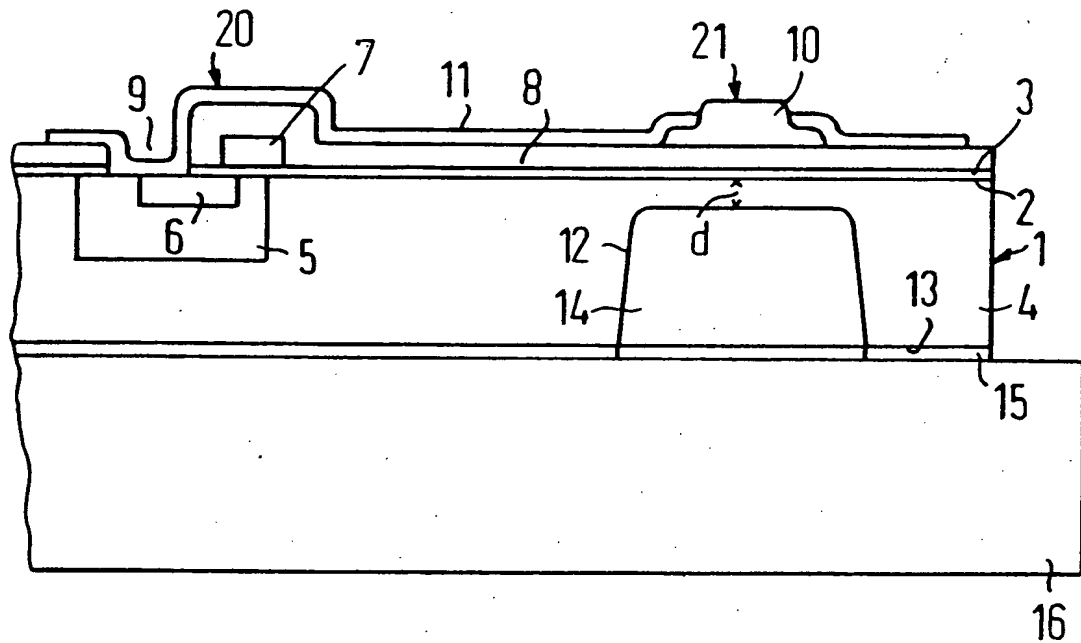


FIG 2

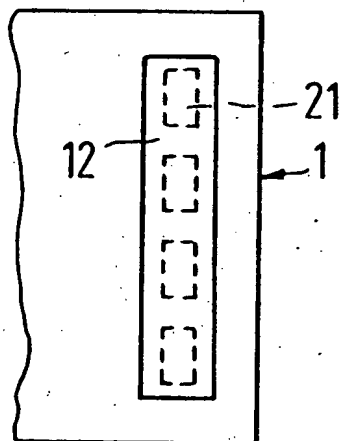
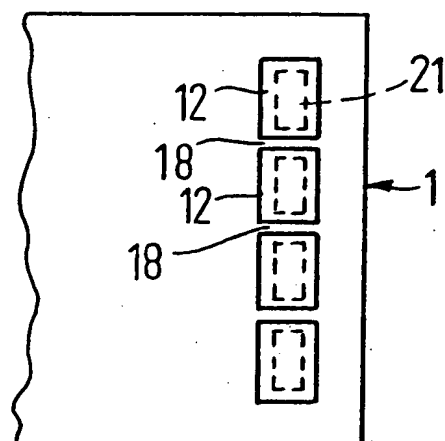
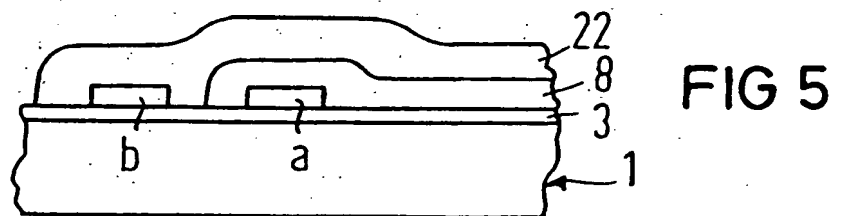
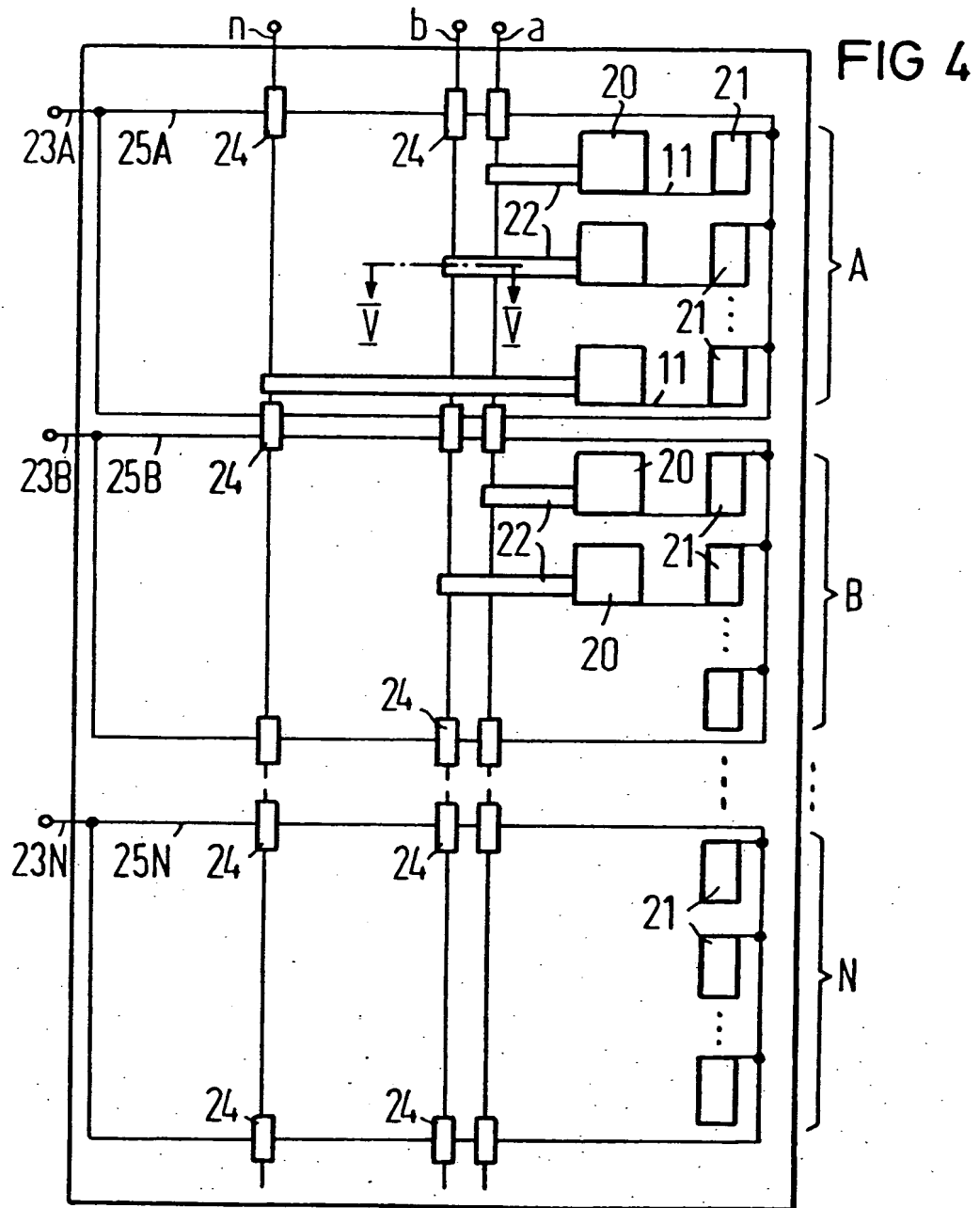


FIG 3





## **Translation into English of**

**DE 39 06 484 A1**

Column 3, lines 7 to 22:

The transpositions according to Fig. 4 between gate lines 22 and column lines a, b, ..., n on the one hand and the transpositions between the column lines and the source lines on the other hand may be established by a sequence of layers of aluminium-SiO<sub>2</sub>-poly silicone. This is shown in Fig. 5. In this figure, again, 8 designates the oxide layer, 3 the gate oxide and 22 the poly-crystalline gate line. Herein, the gate line 22 contacts the column line b, whereas it is electrically insulated against column line 3 by the oxide layer 8. In the same manner, the transpositions shown in Fig. 4 between the column lines and the lines 25A, 25B, ..., 25N associated with the gates 23A, 23B, ..., 23N can be established by polysilicone bridges 24.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**